

Química Verde e seu ensino: análise em produções acadêmicas nacionais

Green chemistry and the preoccupations with its teaching: analysis of national academic publications

Franciani Becker Roloff
EBM Padre João Alfredo Rorh
franroloff@gmail.com

Nádia Magalhães da Silva Freitas
Universidade Federal do Pará
nadiamsf@yahoo.com.br

Carlos Alberto Marques
Universidade Federal de Santa Catarina
carlos.marques@ufsc.br

Resumo

Apresenta-se uma pesquisa que discute, a partir de categorias epistemológicas de Ludwik Fleck, o papel da circulação intra e intercoletiva de ideias acerca do ensino da Química Verde (QV), partindo da análise de teses e dissertações - produzidas em programas de pós-graduação em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica – e de trabalhos divulgados nos veículos da Sociedade Brasileira de Química (reuniões anuais e periódicos), entre 2002-2014. Buscou-se identificar e discutir que tipo de problemas deu origem aos trabalhos relativos ao uso/emprego da QV, em especial como tratavam seu ensino. Observou-se predominantemente justificativas que vinculavam essa filosofia a aspectos como a busca pela Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável, além de outras motivações, como: *curricular, estratégias, atividades laboratoriais e materiais para uso no ensino*. Percebeu-se que a circulação de ideias ocorre entre diferentes coletivos de pesquisadores, visto o compartilhamento de pressupostos teóricos e práticas investigativas.

Palavras chave: Química Verde, Produções SBQ, Teses e Dissertações, Circulação de ideias

Abstract

We present a research that discusses, from Ludwik Fleck's epistemological categories, the role of intra and intercollective circulation of ideas about the teaching of Green Chemistry (CG), starting from the analysis of theses and dissertations - produced in post- and of works published in the vehicles of the Brazilian Chemical Society (annual and periodic meetings) between 2002 and 2014. It was sought, among others, to identify and discuss what type of problems originated the work related to the use of CG, especially if and how they treated their

teaching. There were predominant justifications that linked this philosophy to aspects such as the search for Sustainability and Sustainable Development, and other motivations, such as: curricular, strategies, laboratory activities and materials for use in teaching. It was noticed that the circulation of ideas occurs between different collectives of researchers, due to the sharing of theoretical assumptions and investigative practices.

Key words: Green Chemistry, SBQ Productions, Thesis and Dissertations, Ideas Circulation

Introdução

O crescente compromisso da Química por práticas de prevenção de danos ao ambiente tem confluindo com a denominada Química Verde (QV), conforme apontam Marques e Machado (2014), Roloff e Marques (2014) e Zuin (2011), e tem expresso um novo campo de interesse e de suas práticas científicas, o que pode estar caracterizando a constituição de um novo estilo de pensamento (EP) (FLECK, 2010) da área. Tais iniciativas tem resultado em mudanças no modelo de produção acadêmica e em seus processos e produtos industriais, inclusive no ensino de nossa área, realçando definitivamente seus compromissos de cuidados com o ambiente. Nesse sentido, a evolução da Química implica na convergência da ética científica com a preservação ambiental, estando intimamente relacionada com a difusão, aplicação e o ensino envolvendo os princípios da QV.

Quanto ao ensino da QV, temos defendido (ROLOFF, 2016; ROLOFF; MARQUES, 2014; ROLOFF, 2011) que não deva se reduzir à inserção pontual de atividades, à abordagem de conteúdos programáticos tradicionais de ensino ou mesmo no oferecimento de uma disciplina específica de QV, dentro da grade curricular dos cursos de Química. Para ter um efeito sinérgico de mudança no EP, seria salutar que a QV fosse introduzida perpassando transversalmente todas as áreas tradicionais¹ da química, permitindo, assim, o estudo e a incorporação de metodologias e de soluções à situações sócio-científicas, auxiliando no enfrentamento da prevenção de problemas ambientais.

Em nosso trabalho, ancorados na perspectiva epistemológica fleckiana (FLECK, 2010), discute-se sobre a circulação de ideias e práticas envolvendo a temática ambiental, materializadas em estudos e/ou de relatos de atividades químicas envolvendo a QV em publicações nacionais, especialmente na pós-graduação (PG) e nos veículos de divulgação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) (anais das suas reuniões anuais e de suas quatro revistas científicas). Busca-se, assim, compreender a dinâmica de construção, disseminação e circulação coletiva do conhecimento acerca da QV, de modo a analisar a ressonância no ensino da química.

A importância da circulação intracoletiva e intercoletiva de conhecimentos

De acordo com Fleck (2010), a dinâmica envolvida no tráfego de conhecimentos se dá por meio da circulação inter e intracoletiva de ideias, sendo que a *circulação intracoletiva* ocorre dentro do círculo esotérico, ou seja, de um determinado *coletivo de pensamento*² (CP), entre

¹ Entende-se por áreas tradicionais aquelas associadas as disciplinas clássicas da Química, como a Orgânica, Inorgânica, Analítica, Físico-química, por exemplo.

os especialistas de mesmo EP³, enquanto a *circulação intercoletiva* torna-se responsável “[...] pela disseminação, popularização e vulgarização do(s) estilo(s) de pensamento para outros coletivos de não especialistas [...]” (DELIZOICOV, 2004, p. 166), constituintes do círculo exotérico. Assim, tal diálogo é caracterizado pela comunicação entre CP distintos. Porém, para Fleck (2010), tais coletivos podem possuir pequenas diferenças entre os EPs, e sua comunicação e troca de ideias favorece novos rumos para pesquisas, em áreas correlacionadas. Em nossos estudos, principalmente os autodenominados “químicos verdes”, se constituem como o coletivo de especialistas (círculo esotérico), sendo que dentro deste ocorre a circulação intracoletiva de pensamento e práticas da QV.

Para entender a dinâmica da circulação, considera-se de fundamental importância a reflexão crítica sobre a contribuição de publicações científicas no âmbito da QV (nos espaços de divulgação da SBQ e da produção da PG em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica), pois são reflexo da produção da comunidade epistemológica dos QV (EPICOCO; OLTRA; SAINT-JEAN, 2014) – o que pensam, pesquisam e julgam prioridade – que de certa maneira, influencia e reflete na formação dos químicos. Em nossa investigação, nos interessa a inferência na formação dos professores de Química, afinal são os responsáveis pelo ensino formal desta ciência, promovendo a divulgação da nova postura proporcionada pela QV em relação ao ambiente, relevando a sua importância societária ao buscar contribuir para uma cultura dirigida à busca da Sustentabilidade.

Percurso Metodológico e Interpretação dos Resultados

Partindo da busca de termos específicos - *Química Verde, Ensino da Química Verde, Ensino de Química Verde, Green Chemistry, Green Chemistry Education e Green Chemistry Teaching* -, especificamente nos títulos, resumos e palavras-chave das produções, identificamos trabalhos autodenominados QV, entre os anos 2002 a 2014.

Para as publicações oriundas da SBQ, a pesquisa foi realizada em suas plataformas online, tanto para os Anais das suas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ) quanto para o acesso aos seus quatro periódicos: Química Nova (QN), Química Nova na Escola (QNEsc), Revista Virtual de Química (RVq) e Journal of the Brazilian Chemical Society (JBSC). Já o levantamento das Teses e Dissertações (T&D) foi realizado por meio do banco de teses da CAPES (2002-2012) e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - IBICT (2013-2014). Nesse caso, identificamos trabalhos produzidos no âmbito da Pós-graduação (PG) em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica.

A Tabela 1 mostra a distribuição/publicação dos trabalhos e pesquisas voltados à QV ao longo dos anos de 2002 a 2014, em cada um dos veículos da pesquisados.

ANO	RVq	JBSC	QN	QNEsc	RASBQ	Dissertações	Teses
2002	---	01	01	---	01	01	---
2003	---	01	03	01	04	---	---
2004	---	01	---	---	05	---	01
2005	---	01	02	---	05	04	01
2006	---	02	---	---	04	02	---
2007	---	02	03	01	04	02	03

² Grupo de pessoas que trocam conhecimentos e informações e que têm interesses comuns em áreas ou problemas de pesquisa.

³ Olhar constituído por concepções, crenças, pressupostos, conhecimentos, atuações e práticas *compartilhadas* por certo grupo de indivíduos, acerca de determinado objeto do conhecimento, que se constitui historicamente.

2008	---	02	02	01	11	05	03
2009	---	01	03	01	06	06	---
2010	03	02	03	---	07	05	03
2011	05	---	03	---	17	08	05
2012	03	02	08	---	08	12	05
2013	02	03	02	---	11	05	03
2014	10	04	09	---	23	---	03
Total	23	22	38	04	106	50	27

Tabela 1: Número de publicações em QV anuais em produções nacionais

É perceptível o crescimento das publicações em QV ao longo do tempo, principalmente nas RASBQ, muito embora os periódicos QN e RVq demonstrem também evolução, principalmente a partir da primeira década do século XXI. É possível observar que em 2002 o JBCS e a QN já possuíam artigos publicados contendo os termos Química Verde e/ou *Green Chemistry* (GC).

A partir da leitura de todos esses trabalhos, realizou-se uma classificação de acordo com o foco de cada um. A Tabela 2 apresenta uma síntese das produções da SBQ e das T&D, cujos autores caracterizaram como sendo publicações *em e sobre* QV.

Veículo de divulgação	Nº de produções	FOCO											
		Conteúdos disciplinares										Currículo (Formação e ensino)	
		ORG	INO	CAT	ANA	AMB	INTEGRADORA	INTRODUTÓRIA	DISC. EXP	FIS	QMT	PROFESSOR	QUÍMICO
RVq	23	17	-	04	-	-	-	-	-	01	-	01	-
JBCS	22	10	-	07	04	-	-	-	-	01	-	-	-
QN	38	10	01	05	08	01	-	-	-	-	-	03	10
QNEsc	04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03	01
RASBQ	106	50	01	16	17	02	03	03	01	01	01	-	11
DISSERTAÇÕES	50	22	06	-	10	01	-	-	-	01	-	08	02
TESES	27	08	03	01	09	-	-	-	-	02	-	02	02
Total	270	117	11	33	48	04	03	03	01	06	01	17	26

Nota: AMB (Química Ambiental); ANA (Química Analítica); CAT (Catálise); FIS (Físico-Química); QMT (Química dos Materiais); INO (Química Inorgânica); ORG (Química Orgânica).

Tabela 2: Síntese da distribuição das produções autodenominadas QV, entre 2002 e 2014, segundo o veículo de divulgação e foco

As produções dirigidas à formação dos químicos e ao ensino da QV (coluna currículo) mostraram-se relativamente pequenas, cerca de 16% comparado ao total de produções. Merecem destaque a quantidade significativa de produções nas RASBQ (cerca de 39% da amostra) e o grande número de produções em QV na área da Química Orgânica, Química Analítica e Catálise (cerca de 73%), algo que não se diferencia do evidenciado na literatura internacional (CORREA *et al.*, 2013; MARQUES *et al.*, 2013) e nacional (ROLOFF; DIAS; MARQUES, 2016; ZUIN *et al.*, 2015; ZUIN; MARQUES, 2015). Nosso trabalho, então, debruçou-se mais profundamente sobre as 43 publicações elencadas na Tabela 2, classificadas como de natureza curricular, pois estão voltadas à formação do químico e dos professores de

Química. Um importante aspecto para nossa análise foi identificar o tipo e/ou a característica do problema que deram origem a cada trabalho, o qual apresentamos na figura abaixo:

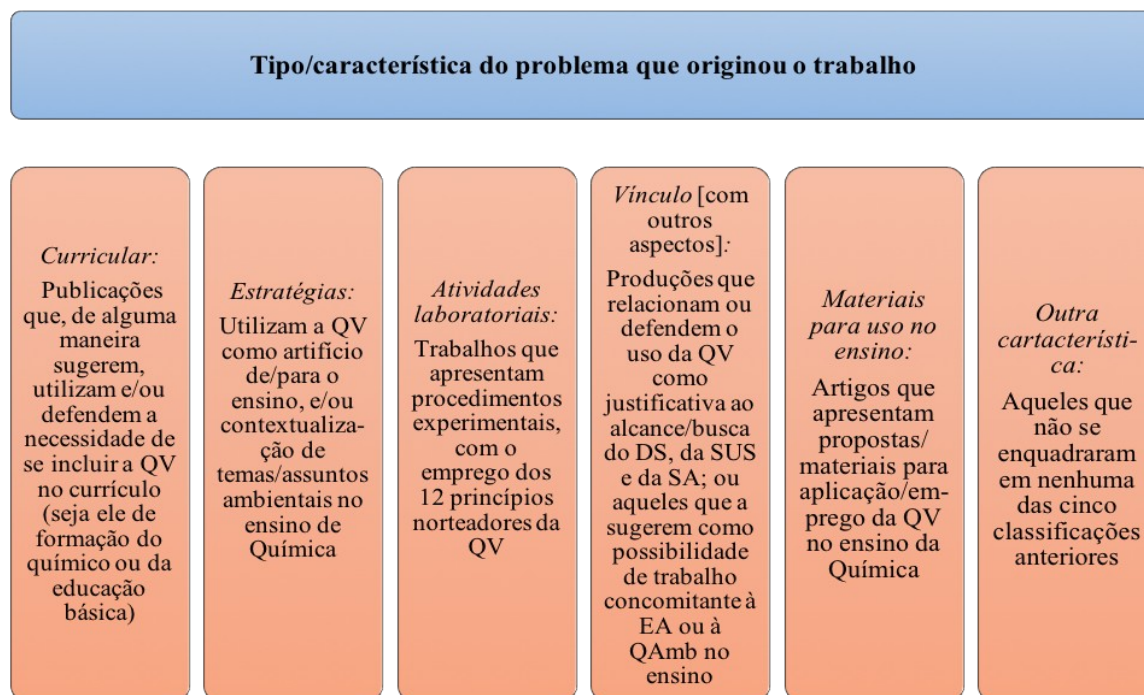


Figura 1: Síntese explicativa das categorias analíticas

A identificação desse aspecto foi efetuada pela leitura sistemática: do resumo, da introdução, do problema, dos objetivos, da metodologia, das conclusões e das referências bibliográficas. O Quadro 1 apresenta a distribuição dos trabalhos analisados, segundo a categorização que receberam no que diz respeito ao problema que deu origem à publicação. Cabe destacar que nesta pesquisa, o círculo esotérico é formado por aqueles que se posicionaram e se constituíram em especialistas no ensino da QV, por tratar de trabalhos que trouxeram uma discussão mais substancial acerca do papel e da aplicação da QV no ensino. Desta maneira, os demais trabalhos fazem parte do círculo exotérico, em relação ao ensino da QV.

No âmbito da circulação Intracoletiva Círculo Esotérico	
Estratégia	“Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química Verde e Sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa, QN , 26 (1), 123-129, 2003.
	Desenvolvimento Sustentável e Química Verde QN , 28 (1), 103-110, 2005.
	Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino, RVq , 6 (1), 73-84, 2014.
	Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental. Mestrado em Educação, UFSCar, 2013.
	A inserção da Química Verde no curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar: um estudo de caso. Mestrado em Educação, UFSCar, 2013.
	Elaboração e Análise de uma Metodologia de Ensino Voltada para as Questões Socioambientais na Formação de Professores de Química. Doutorado em Educação, USP, 2010.
	Recursos Humanos Para Novos Cenários, QN , 32 (3), 567-570, 2009.

Curricular	Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio, QN , 26 (5), 738-744, 2003.
	O Conhecimento Químico E A Questão Ambiental Na Formação Docente, QNEsc , 29, 30-33, 2008.
	Construindo Bases Teóricas para uma Educação Química Verde, 37ª RASBQ
	A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial de professores. Mestrado em Educação, UFSC, 2002.
	Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, 2011.
	A inserção da dimensão ambiental na formação inicial de professoras/res de Química: estudo de caso. Doutorado em Educação, USP, 2010.
Materiais para uso no ensino	Uma Métrica Gráfica para Avaliação Holística da Verdura de Reações Laboratoriais – “Estrela Verde”, QN , 33 (3), 759-764, 2010.
	Dos Primeiros aos Segundos Doze Princípios da Química Verde, QN , 35 (6), 1250-1259, 2012.
	Novas Métricas Holísticas Para Avaliação Da Verdura De Reações De Síntese Em Laboratório, QN , 35 (9), 1879-1883, 2012.
	Análise da verdura química em atividades experimentais de disciplinas de graduação em Química da UFSC, 37ª RASBQ
	Atualização da Estrela Verde para o sistema GHS: reconstruindo uma métrica ambiental holística, 37ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos	Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média., QN , 30 (8), 2043-2052, 2007.
	Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental, QN , 37 (3), 549-555, 2014.
	Da Gênese ao Ensino da Química Verde, QN , 34 (3), 535-543, 2011.
	Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios, QN , 34 (6), 1089-1093, 2011.
	Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo com Pesquisadores Químicos no Brasil, QN , 36 (6), 914-920, 2013.
	As representações sociais de Química Ambiental dos alunos iniciantes na graduação em Química, QNEsc , 31 (1), 46-54, 2009.
	Química a Serviço da Humanidade, QNEsc , Caderno Temático 5, 3-6, 2001.
	A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: Um Estudo Com Professores de Química, QNEsc , 25, 14-19, 2007.
	Um Projeto de Divulgação da Química Verde no Brasil, 30ª RASBQ .
	Perspectivas da disciplina Introdução à Química Verde e Química Sustentável, 32ª RASBQ
	Mapeamento do Entendimento de Conceitos de Química Verde nos Estratos Acadêmicos da Universidade Federal do ABC, 34ª RASBQ
	A Química Verde inserida nos experimentos didáticos de química, 35ª RASBQ
	Contribuições do ensino da Biotecnologia para a Química na perspectiva da Química Verde, 37ª RASBQ
	A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química de Criciúma. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, 2005.
	As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bachareis e professores de Química. Mestrado em Ensino de Ciências, USP, 2008.
	Abordagens de Temáticas Ambientais no Ensino De Química: um olhar sobre

	textos destinados ao professor da Escola Básica. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, 2011.
Atividade laboratorial	Reações Multicomponentes na Síntese de 1,4-Diidropiridinas via Metodologia de Hantzsch em Meio Aquoso: uma estratégia em Química Verde. Mestrado em Química, UFRJ, 2007.
	Síntese e Hidrólise de Azalactonas de Erlenmeyer-Plöchl Mediadas por Radiação Micro-Ondas em Aparelhos Doméstico e Dedicado: Experimentos de Química Orgânica para a Graduação, QN , 36 (1), 190-194, 2013.
	Vegetais como Reagentes Químicos: Uma Proposta Experimental Baseada na Química Verde, 32ª RASBQ
	Propostas de Química Experimental Baseadas na Química Verde, 35ª RASBQ
	Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde, 35ª RASBQ
	Sílicas Hexagonais Mesoporosas Modificadas com Aminas para a Adição Nitrometano em Ciclopentenona. Mestrado em Química, UnB, 2006.
	Inserção da Química Verde em Atividades Experimentais de Graduação. Mestrado em Ensino de Química, UNICENTRO, 2012.
	Síntese e Caracterização Estrutural de Novos Complexos de Nióbio a Partir do Óxido de Nióbio(V). Doutorado em Química, UnB, 2005.
	Reações Orgânicas em Água: Adições de Michael e Formação de Pirróis Altamente Substituídos. Doutorado em Química, UFRJ, 2010.

Quadro 1: A circulação (intra-coletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos químicos e professores de Química

É perceptível certa predominância (37% da amostra) de propostas que vinculam a QV a outros aspectos e/ou perspectivas (*Vínculo com outros aspectos*), a exemplo da Química Ambiental (QA), do Desenvolvimento Sustentável (DS) e da Sustentabilidade:



Gráfico 1: Categorias circulantes em produções nacionais, autodenominadas QV, voltadas à formação dos químicos e dos professores de Química (em porcentagem)

Tal característica mostra-se importante, pois a produção do conhecimento em QV parece estar ocorrendo a partir de bases teóricas e metodológicas compartilhadas por coletivos de pesquisadores (FLECK, 2010), cuja circulação das ideias, proporcionada pela publicação dessas pesquisas, podem vir também a influenciar o modo de se ensinar a QV, reverberando na formação de professores de química. Em nossa pesquisa, isso se traduz ainda na procura por identificar motivações, que se associam às justificativas, ao uso/abordagem/aplicação da QV, utilizadas pelos autores dos trabalhos.

Uma das argumentações destacadas, importantes e mais avançadas às práticas QV – e,

portanto, ao seu ensino - foi a de dar sustentação a necessária “reformatação da Química” para o enfrentamento dos problemas ambientais derivados das próprias atividades químicas. Essa reformatação teria como objetivo fundamental a busca pelo alcance da Sustentabilidade e/ou do DS. Dentre os autores que assim se expressam, destacamos Machado (2011), que ao tratar da gênese do conceito de QV também problematizar a prática histórica da indústria química (fato que têm implicações tanto à natureza da Química como ciência, quanto a sua reformatação para a QV); por outro lado, reconhece que a QV teve origem no “[...] âmbito de uma mudança de paradigma de gestão das medidas para proteção ambiental desenvolvidas pela indústria, da postura reativa para a preventiva [...]” (MACHADO, 2011, p.541), devendo os químicos realizar uma perseguição sistemática pela vertida química dos processos em vistas à QV e ao DS. Desta maneira, o ensino da QV:

[...] *deve hoje ser dirigido para o Desenvolvimento Sustentável*, exigir uma visão ampla e holística da química, de natureza sistêmica, que possibilite a sua plena incorporação nos contextos ambiental, humano e societário em que a química sempre se desenvolveu e que são atualmente cada vez mais condicionantes da sua prática. (MACHADO, 2011b, p. 541, destaque nosso).

Outro trabalho interessante foi o reportado por Cortes Junior, Corio e Fernandez (2009), no qual foram investigadas as representações sociais de QA de alunos dos cursos em que a QV foi adotada, sendo um curso de licenciatura em Química e outro de bacharelado em Química Ambiental, a fim de esclarecer o termo prevenção, suas práticas e definições químicas que constituem formas de prevenção, distinguindo-se a Química **do** e **no** ambiente, da Química **para** o ambiente.

Outros nove trabalhos (21% do total da amostra) apresentam e discutem *atividades laboratoriais* associadas aos princípios da QV, sendo que grande parte provém de exemplos apresentados nas RASBQ, a exemplo da proposta apresentada por Bispo e cols (2012), que descrevem um procedimento experimental utilizando a cenoura como fonte renovável de matéria-prima que, segundo os autores, “[...] contempla perspectivas científicas e ambientais, através da abordagem de conceitos de Química Verde, cromatografia e estereoquímica.” (p.1).

Na tese de Souza (2005), o principal objetivo era:

Visando eliminar a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente e reduzindo o número de etapas na preparação do produto, o objetivo deste trabalho consiste em verificar se novos complexos de nióbio podem ser obtidos, em meio aquoso, pela reação direta do óxido de nióbio (V) hidratado, disponível comercialmente e fornecido pela CBMM ($Nb_2O_5 \cdot nH_2O$) (p. 22, destaque nosso).

Percebe-se, no fragmento, que a proposta do trabalho é a síntese de compostos de nióbio, de modo a evitar a produção de resíduos, caracterizando, assim, o emprego de um dos princípios da QV, proposto por Anastas e Warner (1998), especificamente o Princípio 1.

Cunha, Santos Filho e Riatto (2013) ao discutir o ensino experimental da Química, reconhecem que o ensino experimental da QV tem assumido maiores proporções, apresentando como exemplo uma síntese de um heterociclo, cuja execução proporciona discussões de métodos de síntese baseados nos princípios da QV, cujos temas são importantes para formação contemporânea dos profissionais de química, segundo os autores.

Embora muitas publicações falem em experimentação, poucos foram os trabalhos voltados a experiências práticas em QV. Apesar de citarem exemplos, muitos desses trabalhos acabam

reduzindo-se a uma visão mais de aprimoramento técnico.

Em Leal (2002), embora sua dissertação argumente a favor da QV como justificativa para o DS e a Sustentabilidade, o foco central de sua pesquisa esteve na discussão sobre a inserção da QV no currículo de cursos de licenciatura em Química. Neles se investigou o enfoque dado aos problemas ambientais, buscando-se indícios de abordagem QV nas disciplinas dos cursos, concluindo-se que praticamente nenhuma delas indicava conteúdos em tal perspectiva. Embora defenda-se a necessidade da abordagem da QV na formação e no ensino da Química (LEAL, 2002). Tal argumentação também esteve presente no estudo realizado por Roloff (2011), o qual tinha como principal objetivo:

Investigar e analisar as perspectivas adotadas na abordagem de questões ambientais indicadas pelos professores formadores *e nos documentos curriculares que orientam componentes curriculares de Química Ambiental e afins*, em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil *e suas aproximações com a perspectiva da Química Verde* (p. 25, grifo nosso).

Considerando a nítida preocupação desses dois trabalhos acima com a inserção da temática ambiental em cursos de licenciatura em Química, os categorizamos como sendo de natureza *curricular*. Em outras palavras, ambos afirmam que a QV deva fazer parte do currículo de formação de professores de Química, argumentando a favor de sua presença no currículo.

Outras propostas apresentam a QV como *estratégia* de ensino *e/ou estratégia* ao alcance à sustentabilidade. Dentre eles, destacamos a dissertação de Souza (2013), cujo objetivo era:

[...] planejar e avaliar um curso construído no ambiente Moodle que, além de conter textos e informações referentes a disciplinas “Experimentação para o ensino de Química 1 e 2”, *pudesse suportar as tarefas que estimulassem o debate acerca de temas referentes a Química Verde, sustentabilidade socioambiental e a experimentação para o ensino de química* (p. 105, grifo nosso)

Nesse trabalho se objetivava o *planejamento* de atividades a serem utilizadas em disciplinas experimentais, associando a QV a outras perspectivas de cunho pedagógico, como estratégias à abordagem CTS e o ensino por módulos. Nesse sentido, também se apresenta o trabalho de Silva, Lacerda e Jones Jr (2005), o qual discute a inserção da QV em cursos de graduação, apresentando os princípios norteadores da QV dando exemplos e fazendo apontamentos positivos sobre seu uso, defendendo-a como uma estratégia para o DS.

Por fim, há propostas que apresentam *materiais para serem utilizados e empregados no ensino da QV*, como é o caso da métrica Estrela Verde (EV), apresentada por Ribeiro, Costa e Machado (2010). A EV é um instrumento de avaliação para o cálculo da verdura química de reações, trazendo discussões sobre métricas de QV, especificamente de massa. Apontando a importância da inclusão da QV no ensino, a EV torna-se importante instrumento para “metrificar” e descreve quanti e qualitativamente, por meio de uma representação gráfica, todos os princípios da QV simultaneamente envolvidos numa atividade experimental. Nesse sentido, a EV assume uma dimensão prática e pedagógica muito útil na verificação das características ambientais dos processos químicos.

É possível perceber que, a QV mostra-se uma importante vertente convergente nas preocupações ambientais da Química, alguns autores defendem que ela serve de aporte em seus processos de ensino.

Considerações finais

A identificação dos problemas que levam os vários autores a produzirem em QV nos permitiu apresentar e argumentar que, ao longo do período investigado, diferentes motivações balizaram a produção acadêmica nacional em QV, o que também favoreceu um olhar mais crítico sobre seu ensino, e possíveis reflexos na formação dos químicos e dos professores de Química. A análise sinalizou também que, nessas publicações (SBQ e T&D), encontra-se uma reflexão de cunho educacional, com destaque positivo para sua ocorrência também dentro do coletivo de especialistas em QV. Isso nos faz acreditar que a circulação de ideias (FLECK, 2010), proporcionada pelas propostas analisadas, materializadas em estudos e/ou de relatos de atividades químicas envolvendo a QV, contribuem com a dinâmica de construção, disseminação e circulação coletiva do conhecimento acerca da QV e pode favorecer o processo de formação dos professores, influenciando a atuação docente em sala de aula. Afinal, pode-se considerar que os leitores destas produções podem constituir distintos coletivos de pensamento, influenciados por diferentes estilos de pensamento. Isto é, a leitura das publicações pode auxiliar na instauração, extensão e até na transformação dos vários EPs que conformam o campo da química, auxiliando a evolução no modo hegemônico de se produzir e ensinar a Química em direção à QV. Portanto, há sinais dessa evolução, expressa pelo aumento de interesse, proposições e experiências relativas aos cuidados com o ambiente ancorados nos princípios da QV, cujo grau ou nível ainda precisa ser melhor compreendido.

Referências

- BISPO, J. R. S.; *et al.* Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde. In: **35^a RASBQ**, Águas de Lindóia - SP, 2012.
- CORRÊA, A. G.; *et al.* Green chemistry in Brazil. **Pure Appl. Chem.**, v. 85, n. 8, p. 1643–1653, 2013.
- CORTES JUNIOR, L. P.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. As Representações Sociais de Química Ambiental dos Alunos Iniciantes na Graduação em Química. **Quím. Nova na Escola**, v.31, n.1, p. 46-54, 2009.
- CUNHA, S.; *et al.* Síntese e Hidrólise de Azalactonas de Erlenmeyer-Plochl Mediadas por Radiação Micro-Ondas Em Aparelhos Doméstico e Dedicado: Experimentos de Química Orgânica Para a Graduação. **Quím. Nova**, v. 36, n. 1, p. 190-194, 2013.
- DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 145-175, 2004.
- EPICOCO, M.; OLTRA, V.; SAINT-JEAN, M. Knowledge dynamics and sources of eco-innovation: Mapping the Green Chemistry community. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 81, p. 388-402, 2014.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

LEAL, A. L. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial de professores.** Dissertação - PPGE, UFSC, Florianópolis, 2002.

MACHADO, A. A. S. C. Da Gênese ao Ensino da Química Verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535-543, 2011.

MARQUES, C. A.; *et al.* Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo com Pesquisadores Químicos no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 914-920, 2013.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Environmental sustainability: implications and limitations to green chemistry. **FoCH**, v. 16, n. 2, p. 125-147, 2014.

RIBEIRO, M. G. T. C.; COSTA, D. A.; MACHADO, A. A. S. C. Uma métrica gráfica para avaliação holística da veracidade de reações laboratoriais – “Estrela Verde”. **Quím. Nova**, v. 33, n. 3, p. 759-764, 2010.

ROLOFF, F. B. **Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores.** Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC. 2011.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental. **Quím. Nova**, v. 27, n. 3, p. 549-555, 2014.

ROLOFF, F. B. **A Circulação de Conhecimentos em Química Verde em Teses e Dissertações: implicações ao seu ensino e à Formação de Professores de Química.** Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC. 2016.

ROLOFF, F. B.; DIAS, E. D. S.; MARQUES, C. A. A circulação de conhecimentos em Química Verde em produções da SBQ: reflexos na formação dos químicos. **Anais. XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2016. v. 1.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JR, J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Quím. Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

SOUZA, M. J. S. **Síntese e Caracterização Estrutural de Novos Complexos de Nióbio a Partir do Óxido de Nióbio(V).** Doutorado em Química, UnB. 2005.

SOUZA, F. F. **Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental.** Mestrado em Educação, UFSCar. 2013.

ZUIN, V. G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química.** Campinas: Editora Átomo, 2011.

ZUIN, V. G.; MARQUES, C. A. **Green Chemistry in Brazil: Contemporary Tendencies**

and Challenges and its Reflections on High School Level. Royal Society of Chemistry, 2015, v.1, p. 103-123.

ZUIN, V. G.; MARQUES, C. A.; ROLOFF, F. B.; VIEIRA, M. S. Desenvolvimento Sustentável, Química Verde e Educação Ambiental: o que revelam as publicações da SBQ. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 10, p. 79-90, 2015.